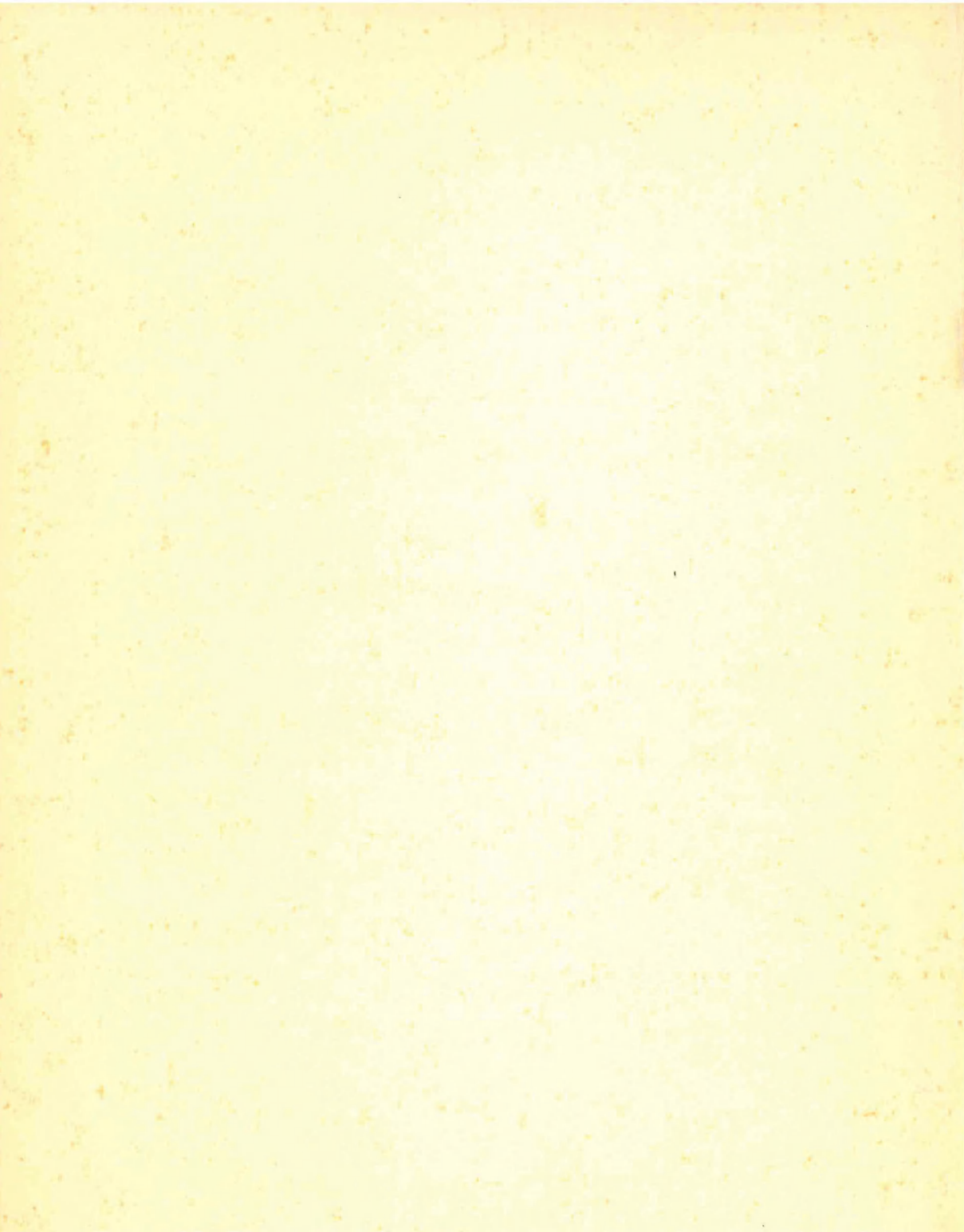


RENZO CANDUSSIO

**LE ACQUE SORGIVE  
DEL BACINO DELL'ALTO DEGANO  
IN CARNIA**

Primo contributo all'Inventario delle Risorse Idriche della  
Zona Montana del Friuli



RENZO CANDUSSIO

**LE ACQUE SORGIVE  
DEL BACINO DELL'ALTO DEGANO  
IN CARNIA**

Primo contributo all'Inventario delle Risorse Idriche della  
Zona Montana del Friuli





# LE ACQUE SORGIVE DEL BACINO DELL'ALTO DEGANO IN CARNIA.

PRIMO CONTRIBUTO ALL'INVENTARIO DELLE RISORSE IDRICHE DELLA ZONA MONTANA DEL FRIULI.

DI RENZO CANDUSSIO

La ricognizione delle sorgenti e la valutazione analitica di laboratorio delle caratteristiche fisiche e chimiche delle acque del bacino dell'Alto Degano in Carnia (Comune di Forni Avoltri) rappresenta il primo contributo all'«inventario delle risorse idriche» della zona montana della regione friulana.

Il lavoro di ricognizione delle sorgenti è durato tre anni: iniziato nell'estate 1966, poco prima dei tragici eventi meteorici del novembre di quell'anno, è stato ultimato nell'estate del 1969 (1).

Le analisi di laboratorio e i rilevamenti di campagna sono stati effettuati una sola volta per tutte le sorgenti ma dovrebbero essere ripetuti nel tempo per individuare la variabilità sia della composizione chimica delle acque che della portata delle sorgenti. Nei riguardi della portata le variazioni possono essere di entità notevolissima in dipendenza di fattori esterni (per es. andamento meteorico stagionale) o di fattori interni (per es. spostamenti interni di rocce). Perciò le portate, indicate per ciascuna sorgente nei prospetti che seguono, devono ritenersi orientative. Talvolta addirittura la stessa esistenza della sorgente può venir compromessa: un esempio è fornito dalla sorgente «Vals di fronte Campivolo» (n. 6 dell'elenco) scomparsa dopo l'alluvione catastrofica del novembre 1966 che ha colpito la zona di Forni Avoltri.

Invece le variazioni della composizione chimica delle acque in generale non sono di grande entità e in ogni caso non sono mai tali da modificare il tipo delle acque. Si deve comunque ritenere che le analisi chimiche abbiano sempre un valore temporaneo. Infatti secondo le disposizioni di legge attualmente vigenti, nell'eventualità di una utilizzazione alimentare o medicinale di un'acqua, le analisi devono essere integralmente ripetute a scadenze quinquennali.

Per una prima approssimazione orientativa alla conoscenza dei substrati geologici attraversati dalle acque l'ubicazione delle sorgenti nel bacino dell'Alto Degano viene indicata, nella fig. 1, sul fondo di un rilievo geologico elaborato da Selli presso l'Università di Bologna (2).

## *Metodi.*

Per ogni fonte è stato prelevato un campione di cinque litri di acqua in appositi recipienti di plastica.

La portata della fonte è stata determinata misurando con un cronometro il tempo occorrente a riempire un secchio tarato a cinque litri.

Le analisi di laboratorio sono state eseguite non più tardi di qualche giorno dal prelievo dei campioni.

Le determinazioni analitiche sono state eseguite coi metodi seguenti: conducibilità elettrica con conduttimetro Radiometer portando preventivamente l'acqua alla



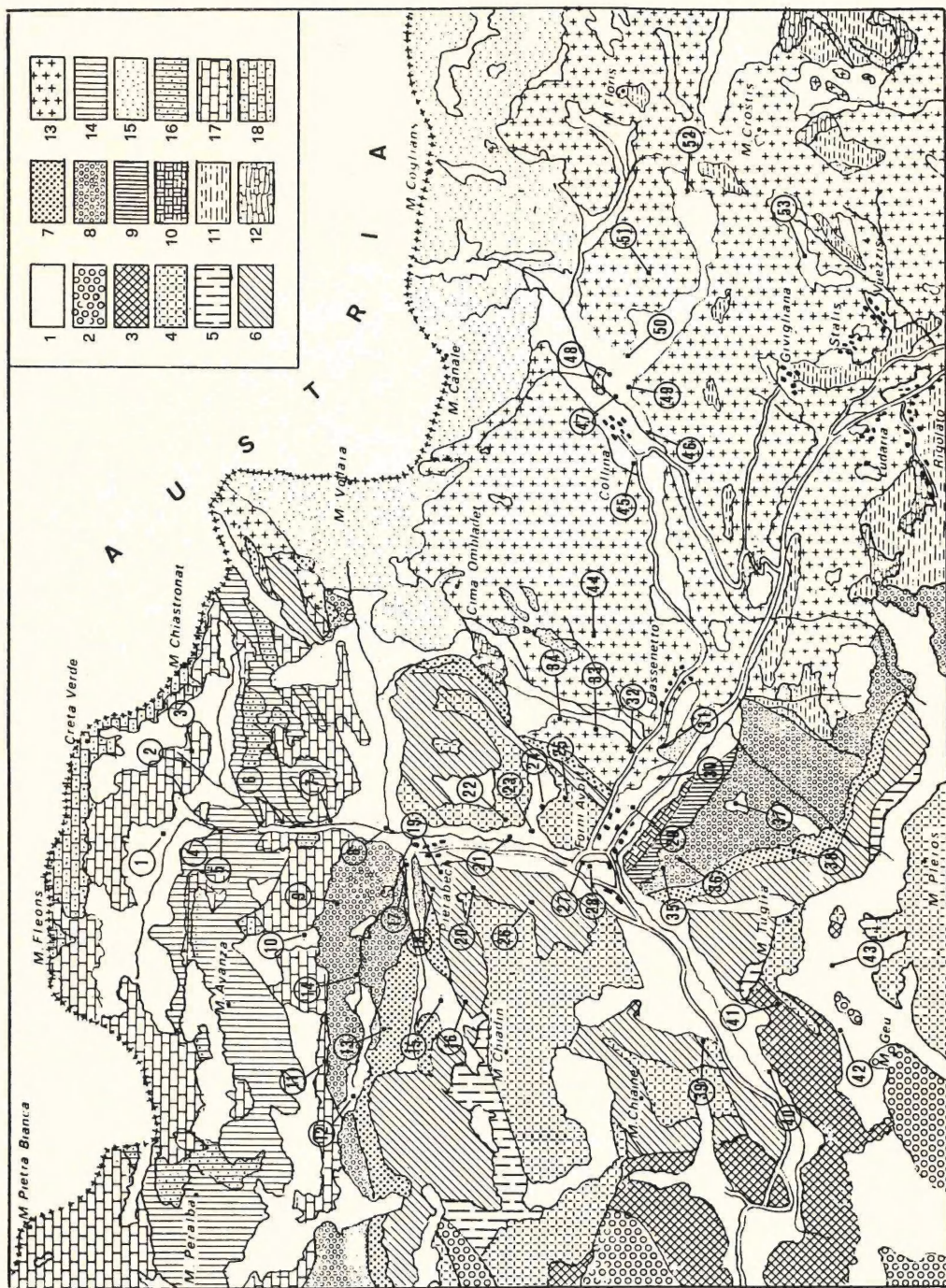


Fig. 1 — Carta delle sorgenti del bacino dell'Alto Degano.



temperatura di 25°C; l'esponente ioni idrogeno (pH) potenziometricamente con elettrodo di vetro portando l'acqua alla temperatura di 18°C; i residui fissi a 105°, a 180° e al rosso scuro per evaporazione dell'acqua in capsula di platino; l'indice di rifrazione a 20°C con rifrattometro ad immersione; gli ioni sodio litio e potassio per fotometria di fiamma; gli ioni calcio e magnesio per complessometria con EDTA; l'ione ferro per colorimetria con ortofenantrolina; gli ioni rame, ioduro e fluoruro per ionometria con elettrodi specifici; gli ioni cloruro per titolazione sec. Volhard; gli ioni idrocarbonici per titolazione con HCl N/10 e indicatore metilarancio; gli ioni fosfato per ceruleomolibdometria; gli ioni solfato per gravimetria come BaSO<sub>4</sub>; la silice per gravimetria dopo insolubilizzazione con HCl.

### *Risultati e loro discussione*

I rilevamenti di campagna e i risultati delle determinazioni di laboratorio sono riportati nei prospetti che seguono.

Non esistono acque termali: tutte le acque rilevate hanno, alla sorgente, una temperatura sempre inferiore a 20°C.

---

## SPIEGAZIONE DEI SEGNI CONVENZIONALI DELLA CARTA GEOLOGICA

- 1) *Quaternario*. Alluvioni, detriti di falda, morene, conglomerati interglaciali, ecc.
- 2) *Triassico, Ladinico*. Dolomie e calcari dolomitici (formazione dello Schlern)
- 3) *Triassico, Ladinico*. Arenarie talora tufacee verdognole alternate ad argille e marne, calcari marnosi, calcari selciferi e diaspri (formazione di Buchenstein e Wengen)
- 4) *Triassico, Anisico*. Dolomie e calcari dolomitici
- 5) *Triassico, Anisico*. Dolomie cariate, breccie dolomitiche, calcari compatti talora fortemente dolomitici, calcari marnosi grigio giallastri e marne scure
- 6) *Triassico, Werfeniano*. Arenarie, siltiti, calcareniti, calcari marnosi e marne verdastre e rossastre
- 7) *Permico, Permiano superiore*. Calcari dolomitici, calcari marnosi marne e gessi (formazione a Belerophon)
- 8) *Permico, Permiano medio*. Arenarie e siltiti rosse, talora verdicce e conglomerato basale trasgressivo (formazione di Val Gardena)
- 9) *Permico, Permiano medio*. Calcari dolomitici di scogliera (formazione del Trogkofel) e breccie calcaree (breccia di Tarvisio)
- 10) *Permico*. Permiano inferiore. Calcari organogeni spesso di scogliera, arenarie e conglomerati (gruppo di Rottendorf)
- 11) *Carbonifero medio*. Argilliti verdi e rosse, arenarie, conglomerati ad elementi diabasici (formazione del Dimon)
- 12) *Carbonifero medio*. Diabasi spilliche, pillow-lavas, tubi di diabasi, cheratofiri.
- 13) *Carbonifero medio e inferiore*. Flysch argillitico-arenaceo, talora breccie e liditi (formazione dell'HochWipfel)
- 14) *Silurico, Devoniano*. Calcari di scogliera talora listati o stratificati, privi di fossili, spesso debolmente metamorfosati
- 15) *Silurico, Devoniano*. Calcari di scogliera a coralli stromatopore e brachiopodi, calcari e climenie
- 16) *Silurico, Gotlandiano*. Calcari listati debolmente metamorfosati, in parte devonici
- 17) *Silurico, Ordoviciano inferiore*. Argilliti e siltiti scistose (formazione della Val Visdende)
- 18) *Silurico, Ordoviciano inferiore*. Arenarie quarzose formazione di Fleons.

Da: *Schema geologico delle Alpi Carniche e Giulie Occidentali compilato da R. Selli con la collaborazione di E. Ceretti e G. Pisa (Giornale di Geologia, Vol. XXX, Tav. VII, 1963).*

Le acque esaminate nei riguardi del loro equilibrio ionico possono essere classificate: per l'84% acque di tipo bicarbonato-alcalino-terroso, caratterizzate da durezza temporanea; per il 12% acque di tipo solfato-alcalino-terroso, caratterizzate da durezza permanente; per il 4% acque di tipo di transizione bicarbonato-solfato-alcalino-terroso.

Nei riguardi del loro contenuto salino sono state rilevate: 72% acque oligominerali, con un residuo fisso a 180°C inferiore a 200 mg/litro; 18% acque mediominerali, con un residuo fisso a 180°C compreso tra 200 e 1000 mg/litro; 10% acque minerali, con residuo fisso a 180°C superiore a 1000 mg/litro.

La distinzione delle sorgenti relativamente alla loro portata è stata la seguente: 55% sorgenti con portata inferiore a 1 litro/secondo; 39 sorgenti con portata compresa fra 1 e 10 litri/secondo; 6% sorgenti con portata superiore a 10 litri/secondo.

Nella determinazione dei componenti ionici abbiamo ritenuto importante includere per alcune acque anche tre microelementi di elevato interesse biologico-igienico: rame, iodio e fluoro.

La determinazione del rame effettuata in 21 delle 53 sorgenti campionate ha trovato giustificazione nel fatto che la situazione mineralogica della zona del M. Avanza e delle sue propaggini lasciava ragionevolmente supporre che le vene d'acqua circolanti nel sottosuolo potessero attraversare substrati geologici cupriferi e arricchirsi perciò di rame.

La sorgente di Fleons Nord, stretta della Mesola.





Dal punto di vista biologico-igienico il rame è un elemento non desiderabile nelle acque destinate alla alimentazione sia dell'uomo che degli animali. Le norme igieniche europee stabiliscono un tenore limite, per le acque potabili, di mg 0.05 di rame per litro. Le nostre determinazioni, limitate a quelle fonti che potevano essere presumibilmente inquinate da rame, hanno confermato inequivocabilmente la non pericolosità delle acque avendo accertato in esse quantitativi di rame sempre inferiori al tenore, tenuto prudenzialmente basso, considerato e consigliato come limite per la potabilità delle acque.

Lo iodio è un elemento indispensabile per gli organismi animali che secernono, nella ghiandola tiroide, l'ormone tiroxina contenente iodio e avente un notevole e indispensabile effetto regolatore del metabolismo.

Per produrre normali quantità di tiroxina l'uomo deve ingerire approssimativamente da 35 a 50 mg di iodio all'anno ossia circa 1 mg per settimana.

Nelle razioni alimentari per i bovini un tenore di mg 0.3 di iodio per kg di sostanza secca viene considerato come soglia di carenza.

Le necessità vengono soddisfatte assumendo l'elemento dalle piante e dalle acque. Se lo iodio presente nel suolo e nelle acque è insufficiente ad assicurare che i cibi ne contengano una quantità adeguata a coprire il fabbisogno alimentare insorge nell'uomo e negli animali il gozzo (gozzo endemico).

È importante perciò conoscere i tenori di iodio delle fonti di approvvigionamento dell'elemento: terreno e acqua. I tenori di iodio nelle acque esaminate (44 su 53) sono risultati sempre molto bassi: in media 0.003 mg/litro con un massimo di 0.007 mg/litro e un minimo di 0.000 mg/litro.

La distribuzione delle acque esaminate secondo classi di frequenza del contenuto in iodio è illustrata nel diagramma della fig. 2.

Non conosciamo i tenori di iodio dei terreni. Considerando l'aforisma «*tales aquae quales terrae per quas fluunt*» dovremmo dedurre che anche i terreni (e quindi le piante) abbiano contenuti di iodio molto bassi.

Il fluoro può avere importanza nell'alimentazione umana (acque potabili) e nell'alimentazione degli animali domestici (acque di abbeverata).

Nelle acque sono considerati ottimali i tenori compresi fra 0.5 e 1.5 mg di fluoro per litro; il tenore di 0.5 mg/litro segna la soglia limite di carenza; un tenore superio-

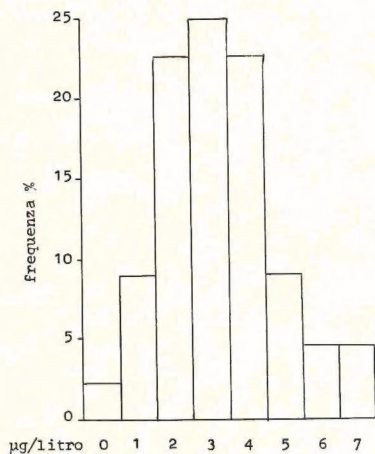


Fig. 2 — Diagramma della distribuzione delle acque secondo il loro contenuto di iodio.



Sorgente	N.	6	7	8	9
Località e denominazione		Vals di fronte Campivolo	Vals di fronte Rio Cercenut	Zoccas-di fronte cava marmo	M.Avanza-Casera Avanza di qua di sotto
Comune amministrativo		Forni Avoltri	Forni Avoltri	Forni Avoltri	Forni Avoltri
Latitudine	N	46°37'25"	46°37'08"	46°36'52"	46°37'00"
Longitudine	E	0°19'41"	0°19'26"	0°19'43"	0°18'56"
Altitudine	m.s.m.	1200	1200	1120	1592
Data e ora del campionamento		18/8/1966 ore 11.00	18/8/1966 ore 12.00	18/8/1967 ore 12.45	20/8/1967 ore 11.30
Temperatura dell'aria	C°	16.30	17.0	17.1	18.2
Temperatura dell'acqua	C°	7.0	6.5	6.2	7.0
Portata	l/sec	0.7	1.2	2.0	0.8
Esponente ioni H <sup>+</sup> a 18°C	pH	7.8	8.0	8.0	8.4
Conducibilità elettrica a 25°C	µmhos/cm	190	227	283	111
Residuo fisso a 105°C	mg/l	196	154	177	108
Residuo fisso al rosso scuro	mg/l	153	124	136	106
Indice di rifrazione	n <sub>D</sub> <sup>20</sup>	108	102	107	99
Alcalinità in HCl N/10	ml/l	n.d.	n.d.	n.d.	1.333083
Durezza totale (gradi francesi)	f°	19.0	21.9	28.1	16.0
Durezza totale (gradi tedeschi)	t°	9.5	11.0	14.2	8.7
Sostanze disciolte a 25°C		5.3	6.1	8.0	4.9
		mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
		meq/l	meq/l	meq/l	meq/l
Sodio (Na <sup>+</sup> )		3.80	2.54	3.75	1.57
Potassio (K <sup>+</sup> )		1.10	0.0281	0.1104	0.0683
Litio (Li <sup>+</sup> )		n.d.	2.41	0.0616	0.78
Calcio (Ca <sup>2+</sup> )		n.d.	n.d.	n.d.	0.06
Magnesio (Mg <sup>2+</sup> )		21.52	32.32	31.03	33.84
Ferro (Fe <sup>2+</sup> )		10.05	7.15	15.82	1.6886
Rame (Cu <sup>2+</sup> )		n.d.	n.d.	n.d.	0.71
Somma cationi		n.d.	n.d.	n.d.	0.0594
		2.0936	2.3728	3.0359	0.0019
Cloruri (Cl <sup>-</sup> )		0.52	0.38	0.0316	0.02
Fluoruri (F <sup>-</sup> )		n.d.	0.02	0.0316	1.8465
Ioduri (I <sup>-</sup> )		n.d.	0.0027	n.d.	0.0051
Bicarbonati (HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> )		115.83	133.45	n.d.	0.00
Solfati (SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> )		2.24	7.24	171.40	0.004
Fosfati (PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> )		0.05	0.0016	2.8092	0.0000
Somma anioni		0.05	0.0000	2.16	0.0000
Silice (SiO <sub>2</sub> )		6.8	2.4	2.8957	1.5996
		1.5614	2.3497	0.0000	10.16
				0.0000	0.0000
				2.8957	0.0000
				1.8163	

Sorgente	N.	10	11	13	14	15
Località e denominazione		Avanza. Miniera abbandonata	Casera Vecchia. Fontanon. Sotto Pas so Cacciadore	Casera Vecchia. Sotto Forcella Grande	Sopra Casera Avanza di là di sotto	Ex Casera Avoltruzzo
Comune amministrativo		Forni Avoltri	Forni Avoltri	Forni Avoltri	Forni Avoltri	Forni Avoltri
Latitudine	N	46°37'08"	46°36'50"	46°36'41"	46°36'50"	46°36'20"
Longitudine	E	0°18'19"	0°18'52"	0°17'50"	0°18'00"	0°18'24"
Altitudine	m.s.m.	1700	1681	1500	1460	1292
Data e ora del campionamento		7/8/1969 ore 12.00	19/8/1967 ore 17.45	19/8/1967 ore 7.45	19/8/1967 ore 7.00	9/8/1967 ore 10.30
Temperatura dell'aria	C°	25.2	18.4	10.8	10.8	14.8
Temperatura dell'acqua	C°	4.8	5.0	5.5	7.9	7.0
Portata	l/sec	10.0	6.0	0.9	0.7	1.0
Esponente ioni H <sup>+</sup> a 18°C	pH	8.7	8.7	7.9	8.4	8.3
Conducibilità elettrica a 25°C	µmhos/cm	178	169	1985	213	1156
Residuo fisso a 105°C	mg/l	116	2015	163	1269	1130
Residuo fisso al rosso scuro	mg/l	107	101	1779	153	1130
Indice di rifrazione	n <sub>D</sub> <sup>20</sup>	80	82	1499	138	1021
Alcalinità in HCl N/10	ml/l	1.333083	1.333083	n.d.	1.333083	1.333276
Durezza totale (gradi francesi)	f°	18.0	18.4	29.2	22.9	22.5
Durezza totale (gradi tedeschi)	t°	10.7	8.7	139.7	12.5	82.5
Sostanze disciolte a 25°C		6.0	4.9	78.2	7.0	46.2
		mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
		meq/l	meq/l	meq/l	meq/l	meq/l
Sodio (Na <sup>+</sup> )		0.98	0.0404	14.2	1.54	1.94
Potassio (K <sup>+</sup> )		0.16	0.0041	2.2	0.0563	0.0843
Litio (Li <sup>+</sup> )		0.04	0.0055	0.12	0.0173	1.78
Calcio (Ca <sup>2+</sup> )		34.87	43.67	380.18	32.47	0.10
Magnesio (Mg <sup>2+</sup> )		4.98	0.4095	109.27	1.6202	0.0144
Ferro (Fe <sup>2+</sup> )		0.02	0.0008	8.9864	0.8881	12.5708
Rame (Cu <sup>2+</sup> )		0.04	0.0010	n.d.	0.05	3.9237
Somma cationi		2.2037	2.2908	n.d.	0.0018	0.0036
Cloruri (Cl <sup>-</sup> )		0.25	0.0071	28.5484	0.0012	0.0016
Fluoruri (F <sup>-</sup> )		0.03	0.0016	0.25	0.0070	0.0070
Ioduri (I <sup>-</sup> )		0.004	0.0000	0.03	0.0015	0.0070
Bicarbonati (HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> )		119.80	1.9635	0.002	0.0000	0.0095
Solfati (SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> )		8.01	0.1666	178.20	0.005	0.0000
Fosfati (PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> )		0.07	0.0021	140.10	2.2962	2.2546
Somma anioni		2.1409	2.0027	25.5303	0.2115	14.2918
Silice (SiO <sub>2</sub> )		0.9	0.6	n.d.	0.00	0.0000
				28.5233	2.5168	16.5636
				9.4	6.6	7.2



Sorgente	N.	16	17	18	19	20
Località e denominazione		Avoltruzzo Casa Candido	Avanza S.A.M.M.A.	Avoltruzzo-Malpasso	Fieraback-Presa Acquedotto Villa Rosa	Suttl-Rio Lavaris sopra Candido
Comune amministrativo		Forni Avoltri	Forni Avoltri	Forni Avoltri	Forni Avoltri	Forni Avoltri
Latitudine	N	46°36'14"	46°36'13"	46°36'26"	46°36'18"	46°36'18"
Longitudine	E	0°18'30"	0°19'23"	0°19'30"	0°18'22"	0°19'23"
Altitudine	m.s.m.	1262	1080	1250	1100	1175
Data e ora del campionamento		9/8/1967 ore 7.00	19/8/1967 ore 12.30	9/8/1967 ore 9.00	9/8/1967 ore 9.30	1/7/1968 ore 9.30
Temperatura dell'aria	C°	10.4	19.6	12.8	13.0	10.0
Temperatura dell'acqua	C°	6.7	9.4	5.7	7.0	7.0
Portata	l/sec	0.6	0.5	0.6	0.9	0.5
Esponente ioni H <sup>+</sup> a 18°C	pH	8.0	8.3	8.0	7.8	8.2
Conducibilità elettrica a 25°C	µmbos/cm	386	282	1378	739	489
Residuo fisso a 105°C	mg/l	197	165	1240	566	410
Residuo fisso a 180°C	mg/l	195	157	1124	518	385
Residuo fisso al rosso scuro	mg/l	169	141	1025	465	335
Indice di rifrazione	n <sub>20</sub>	1.333122	1.333122	1.333238	1.333161	1.333161
Alcalinità in HCl N/10	ml/l	32.1	28.4	35.8	32.8	30.9
Durezza totale (gradi Francesi)	f°	19.4	15.7	85.6	37.5	29.2
Durezza totale (gradi tedeschi)	t°	10.8	8.8	47.9	21.0	16.3
Sostanze disciolte a 25°C						
Sodio (Na <sup>+</sup> )		0.51	0.0222	1.00	0.0661	1.37
Potassio (K <sup>+</sup> )		0.23	0.0059	0.53	0.0135	0.62
Litio (Li <sup>+</sup> )		0.03	0.0042	0.06	0.0317	0.08
Calcio (Ca <sup>2+</sup> )		54.11	2.7001	38.73	13.7900	95.21
Magnesio (Mg <sup>2+</sup> )		14.35	1.1801	14.71	3.3998	33.42
Ferro (Fe <sup>2+</sup> )		0.08	0.0028	0.04	0.0014	0.04
Rame (Cu <sup>2+</sup> )		0.01	0.0003	0.01	0.0003	0.01
Somma cationi			3.2206	17.2317	7.5879	5.9342
Cloruri (Cl <sup>-</sup> )		0.00	0.0000	0.05	0.0014	0.05
Fluoruri (F <sup>-</sup> )		0.35	0.0184	0.03	0.0247	0.10
Ioduri (I <sup>-</sup> )		0.004	0.0000	0.007	0.0000	0.003
Bicarbonati (HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> )		196.12	3.2144	218.38	3.5789	200.08
Solfati (SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> )		28.16	0.5863	648.17	202.26	4.2110
Fosfati (PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> )		n.d.	0.00	0.07	0.0022	0.03
Somma anioni			3.8191	17.1021	7.4978	5.7359
Silice (SiO <sub>2</sub> )		3.9	4.3	8.1	3.8	5.0

Sorgente	N	21	22	23	24	25
Località e denominazione		Suttl-Rio Lavaris sopra Candido	Suttl - Laips	Suttl-Rio Lavaris sopra Foraboschi	Suttl-Rio Lavaris sopra Ceconi	Lavaris-Prato d'Agaro
Comune amministrativo		Forni Avoltri	Forni Avoltri	Forni Avoltri	Forni Avoltri	Forni Avoltri
Latitudine	N	46°36'10"	46°36'13"	46°36'05"	46°36'01"	46°35'53"
Longitudine	E	0°20'07"	0°20'06"	0°20'07"	0°20'09"	0°20'02"
Altitudine	m.s.m.	1270	1280	1260	1260	1237
Data e ora del campionamento		24/8/1970 ore 8.20	26/6/1970 ore 9.30	26/6/1970 ore 8.40	24/8/1967 ore 9.30	24/8/1967 ore 10.00
Temperatura dell'aria	C°	11.4	10.5	9.5	11.5	13.3
Temperatura dell'acqua	C°	7.8	6.0	6.0	8.3	6.6
Portata	l/sec	0.2	0.9	0.2	0.1	0.1
Esponente ioni H <sup>+</sup> a 18°C	pH	7.9	8.2	8.1	8.3	7.3
Conducibilità elettrica a 25°C	µmbos/cm	286	365	371	308	299
Residuo fisso a 105°C	mg/l	292	176	188	180	288
Residuo fisso a 180°C	mg/l	276	167	168	163	273
Residuo fisso al rosso scuro	mg/l	195	131	138	125	195
Indice di rifrazione	n <sub>20</sub>	n.d.	1.333122	1.333120	1.333121	n.d.
Alcalinità in HCl N/10	ml/l	31.5	30.4	31.2	31.8	33.0
Durezza totale (gradi Francesi)	f°	17.5	17.1	17.1	16.6	12.9
Durezza totale (gradi tedeschi)	t°	9.8	9.6	9.6	9.3	7.2
Sostanze disciolte a 25°C						
Sodio (Na <sup>+</sup> )		0.64	0.0278	0.49	0.0213	0.63
Potassio (K <sup>+</sup> )		0.52	0.0133	0.24	0.0061	0.62
Litio (Li <sup>+</sup> )		0.01	0.0014	0.04	0.0057	n.d.
Calcio (Ca <sup>2+</sup> )		40.32	2.0119	42.05	2.0983	47.22
Magnesio (Mg <sup>2+</sup> )		18.15	1.4926	16.26	1.3372	20.16
Ferro (Fe <sup>2+</sup> )		n.d.	0.05	0.03	0.0010	n.d.
Rame (Cu <sup>2+</sup> )		n.d.	0.00	n.d.	n.d.	n.d.
Somma cationi			3.5470	3.4696	3.3759	4.0574
Cloruri (Cl <sup>-</sup> )		0.87	0.0245	0.85	0.0239	1.25
Fluoruri (F <sup>-</sup> )		0.06	0.0031	0.04	0.0021	0.04
Ioduri (I <sup>-</sup> )		0.004	0.0000	0.0022	0.0000	n.d.
Bicarbonati (HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> )		192.51	3.1551	190.32	0.0066	201.60
Solfati (SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> )		17.53	0.3650	12.20	3.1193	31.75
Fosfati (PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> )		n.d.	n.d.	0.07	0.0653	0.6610
Somma anioni			3.5477	3.4015	3.2570	4.0025
Silice (SiO <sub>2</sub> )		3.2	6.6	4.1	4.7	8.7

Sorgente	N°	26	27	28	29	30
Località e denominazione		Plan di Claps Stauli Carlon	Danders Nord	Danders Sud	Madonnina-Via Runc	Val di Bais
Comune amministrativo		Forni Avoltri	Forni Avoltri	Forni Avoltri	Forni Avoltri	Forni Avoltri
Latitudine	N	46°36'06"	46°35'19"	46°35'20"	46°34'56"	46°34'30"
Longitudine	E	0°19'27"	0°19'16"	0°19'16"	0°19'40"	0°20'28"
Altitudine	m.s.m.	1125	902	901	860	813
Data e ora del campionamento		9/8/1967 ore 10.00	20/5/1969 ore 10.45	20/5/1969 ore 11.00	8/8/1969 ore 10.00	16/8/1967 ore 15.00
Temperatura dell'aria C°		15.8	18.5	18.5	19.0	18.0
Temperatura dell'acqua C°		14.5	8.0	8.0	6.5	7.8
Portata		0.03	3.6	3.75	0.9	1.2
Esponente ioni H <sup>+</sup> a 18°C	1/sec	8.5	7.8	7.8	8.4	7.3
Conducibilità elettrica a 25°C	pμhos/cm	284	1797	1687	1093	701
Residuo fisso a 105°	mg/l	280	1803	1550	1066	390
Residuo fisso a 180°	mg/l	261	1612	1491	934	367
Residuo fisso al rosso scuro	mg/l	248	1466	1381	808	358
Indice di rifrazione	n <sub>D</sub> 20	1.333122	1.333352	1.333314	1.333276	n.d.
Alcalinità in HCl N/10	ml/l	29.2	40.2	38.4	32.4	29.4
Durezza totale (gradi francesi)	F°	18.3	124.1	170.1	69.8	31.2
Durezza totale (gradi tedeschi).	t°	10.2	69.5	95.2	39.1	17.5
Sostanze disciolte a 25°C						
Sodio (Na <sup>+</sup> )	mg/l	1.53	2.05	0.95	2.45	7.12
Potassio (K <sup>+</sup> )		0.68	1.03	0.40	0.70	0.3096
Litio (Li <sup>+</sup> )		0.08	0.19	0.19	0.15	0.0099
Calcio (Ca <sup>2+</sup> )		43.42	380.36	338.68	191.58	n.d.
Magnesio (Mg <sup>2+</sup> )		18.16	70.77	59.83	53.50	84.21
Ferro (Fe <sup>2+</sup> )		0.06	0.0021	0.06	0.03	4.2020
Rame (Cu <sup>2+</sup> )		0.00	0.0000	0.01	0.0010	2.0412
Somma cationi						
Cloruri (Cl <sup>-</sup> )		0.23	0.0065	0.71	0.30	n.d.
Fluoruri (F <sup>-</sup> )		0.03	0.0016	1.69	0.0868	5.5627
Ioduri (I <sup>-</sup> )		0.0049	0.0000	0.003	0.0000	0.1184
Bicarbonati (HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> )		178.12	245.32	234.76	197.88	0.19
Solfati (SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> )		38.00	0.7911	855.41	480.87	0.0100
Fosfati (PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> )		0.00	0.0000	0.07	0.19	0.0037
Somma anioni						0.0000
Silice (SiO <sub>2</sub> )		5.9	197.8	21.7638	13.7482	2.9374
						159.30
						3.3166
						0.0000
						5.3824

Sorgente	N°	31	32	33	34	35
Località e denominazione		Prassenetto-Cuscurna	Sigilietto-Clevoas	Sigilietto-Miduchian	Sigilietto-Chiasvielis	Di là dell'acqua Ponte di Cemento
Comune amministrativo		Forni Avoltri	Forni Avoltri	Forni Avoltri	Forni Avoltri	Forni Avoltri
Latitudine	N	46°35'02"	46°35'03"	46°35'05"	46°35'31"	46°34'04"
Longitudine	E	0°20'43"	0°20'08"	0°21'34"	0°21'06"	0°19'38"
Altitudine	m.s.m.	1148	1000	1410	1420	841
Data e ora del campionamento		17/8/1967 ore 10.00	17/8/1967 ore 11.30	17/8/1967 ore 8.00	17/8/1967 ore 9.00	16/8/1967 ore 16.00
Temperatura dell'aria	C°	16.2	18.3	13.0	14.2	19.0
Temperatura dell'acqua	C°	7.6	6.5	9.8	8.4	8.3
Portata	l/sec	0.1	0.5	0.7	0.5	0.2
Esponente ioni H <sup>+</sup> a 18°C	pH	7.3	6.9	7.0	7.1	6.0
Conducibilità elettrica a 25°C	pμhos/cm	378	91	114	167	288
Residuo fisso a 105°C	mg/l	193	63	85	114	159
Residuo fisso a 180°C	mg/l	182	57	66	93	148
Residuo fisso al rosso scuro	mg/l	148	44	40	63	135
Indice di rifrazione	n <sub>D</sub> 20	n.d.	1.33305	1.33312	n.d.	1.333080
Alcalinità in HCl N/10	ml/l	34.0	6.4	8.2	15.8	27.0
Durezza totale (gradi francesi)	F°	18.1	5.6	5.5	8.4	14.9
Durezza totale (gradi tedeschi)	t°	10.1	3.1	3.1	4.7	8.3
Sostanze disciolte a 25°C						
Sodio (Na <sup>+</sup> )	mg/l	1.52	1.41	1.81	1.15	0.55
Potassio (K <sup>+</sup> )		0.95	0.44	0.40	0.18	0.0239
Litio (Li <sup>+</sup> )		n.d.	0.00	n.d.	n.d.	0.0051
Calcio (Ca <sup>2+</sup> )		46.20	11.22	13.64	27.04	n.d.
Magnesio (Mg <sup>2+</sup> )		16.17	6.81	5.25	4.12	43.60
Ferro (Fe <sup>2+</sup> )		n.d.	0.04	n.d.	n.d.	9.81
Rame (Cu <sup>2+</sup> )		n.d.	0.005	n.d.	n.d.	n.d.
Somma cationi						
Cloruri (Cl <sup>-</sup> )		1.02	0.0288	0.0014	0.0000	n.d.
Fluoruri (F <sup>-</sup> )		0.01	0.0005	0.0037	0.0026	3.0131
Ioduri (I <sup>-</sup> )		n.d.	0.0022	0.0000	0.0052	0.0141
Bicarbonati (HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> )		207.60	39.28	50.40	96.82	0.06
Solfati (SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> )		12.51	0.2605	17.05	3.60	0.0032
Fosfati (PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> )		n.d.	0.07	n.d.	n.d.	0.0000
Somma anioni						164.73
Silice (SiO <sub>2</sub> )		5.2	5.5	2.7	3.8	2.6959
						10.22
						0.2128
						2.9300



Sorgente	36	37	38	39	41
Località e denominazione	Frassenetto Unrill Alto	Col di Mezzodi Casera Bassa	Sella di Monte Tuglia Fonte Casera	Pe di Clevea	Tops Fontanon
Comune Amministrativo	Forni Avoltri	Forni Avoltri	Forni Avoltri	Forni Avoltri	Forni Avoltri
Latitudine	46°35'09"	46°34'33"	46°33'44"	46°35'23"	46°34'00"
Longitudine	0°20'56"	0°19'38"	0°18'49"	0°18'34"	0°17'56"
Altitudine	1230	1163	1618	1029	1118
Data e ora del campionamento	17/8/1967 ore 9.30	20/8/1966 ore 11.00	22/8/1967 ore 12.00	23/8/1967 ore 9.40	22/8/1967 ore 10.30
Temperatura dell'aria C°	14.8	17.0	14.4	15.3	11.2
Temperatura dell'acqua C°	8.2	7.8	5.8	5.4	4.6
Portata	0.7	0.7	0.3	2.0	2.0
Esponente ioni H <sup>+</sup> a 18°C	6.6	8.4	8.0	6.4	7.5
Conduttività elettrica a 25°C	321	616	163	318	282
Residuo fisso a 105°C	177	337	99	205	181
Residuo fisso a 180°C	163	322	90	180	160
Residuo fisso al rosso scuro	139	220	82	162	121
Indice di rifrazione	1.333121	n.d.	1.333083	n.d.	1.333080
Alcalinità in HCl N/10	29.1	34.7	17.6	31.1	28.6
Durezza totale (gradi francesi)	16.1	27.5	9.0	16.1	15.9
Durezza totale (gradi tedeschi)	9.0	15.4	5.0	9.0	8.9
Sostanze disciolte a 25°C					
Sodio (Na <sup>+</sup> )	1.28	0.00557	0.17	0.1791	2.12
Potassio (K <sup>+</sup> )	0.36	0.0092	0.08	0.0210	0.10
Litio (Li <sup>+</sup> )	n.d.	0.02	0.03	n.d.	n.d.
Calcio (Ca <sup>2+</sup> )	38.00	1.8962	31.29	42.28	42.45
Magnesio (Mg <sup>2+</sup> )	16.25	1.3364	2.97	13.47	13.08
Ferro (Fe <sup>2+</sup> )	n.d.	n.d.	0.05	n.d.	n.d.
Rame (Cu <sup>2+</sup> )	n.d.	n.d.	0.01	n.d.	n.d.
Somma cationi		5.8870	1.8212	3.4177	3.2888
Cloruri (Cl <sup>-</sup> )	0.00	0.0000	0.06	0.0358	0.85
Fluoruri (F <sup>-</sup> )	0.09	0.0047	0.00	0.0032	0.0058
Ioduri (I <sup>-</sup> )	0.0037	0.0000	0.002	0.0000	0.0000
Bicarbonati (HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> )	177.50	2.9092	107.60	189.84	174.70
Solfati (SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> )	12.50	0.2603	0.00	0.1753	5.28
Fosfati (PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> )	n.d.	0.00	0.0000	n.d.	0.1089
Somma anioni		5.7477	1.7651	3.3258	3.0030
Silice (SiO <sub>2</sub> )	3.8	4.8	8.2	6.4	7.1

Sorgente	42	43	44	45	46
Località e denominazione	Geu	Sella di M.Tuglia Bivio Geu	Frassenetto Presa Acquedotto	Collina-Fontanis	Collina Sotto ex-segheria
Comune amministrativo	Forni Avoltri	Forni Avoltri	Forni Avoltri	Forni Avoltri	Forni Avoltri
Latitudine	46°34'08"	46°33'37"	46°35'10"	46°35'14"	46°35'16"
Longitudine	0°17'18"	0°18'28"	0°20'49"	0°23'42"	0°23'50"
Altitudine	1127	1540	1140	1220	1205
Data e ora del campionamento	23/8/1967 ore 8.30	22/8/1967 ore 8.00	17/8/1967 ore 11.00	17/6/1970 ore 13.30	23/8/1968 ore 8.45
Temperatura dell'aria	11.4	10.6	15.0	15.0	8.3
Temperatura dell'acqua	5.5	3.6	7.6	7.0	6.2
Portata	0.5	0.5	1.5	0.1	0.5
Esponente ioni H <sup>+</sup> a 18°C	7.5	7.0	6.4	8.0	7.7
Conduttività elettrica a 25°C	273	292	274	204	185
Residuo fisso a 105°C	188	137	190	125	107
Residuo fisso a 180°C	160	141	131	115	104
Residuo fisso al rosso scuro	125	124	124	104	97
Indice di rifrazione	1.333081	1.333122	1.333087	1.333083	1.333083
Alcalinità in HCl N/10	23.2	25.2	23.6	21.0	18.0
Durezza totale (gradi francesi)	13.4	13.6	12.5	11.2	10.3
Durezza totale (gradi tedeschi)	7.5	7.6	7.0	6.3	5.7
Sostanze disciolte a 25°C					
Sodio (Na <sup>+</sup> )	1.20	0.0522	6.42	0.79	0.78
Potassio (K <sup>+</sup> )	0.48	0.0123	0.74	0.18	0.17
Litio (Li <sup>+</sup> )	n.d.	0.03	0.0043	0.03	0.04
Calcio (Ca <sup>2+</sup> )	47.65	2.3777	34.80	43.03	40.08
Magnesio (Mg <sup>2+</sup> )	3.80	0.3125	9.25	1.19	2.0000
Ferro (Fe <sup>2+</sup> )	n.d.	0.13	n.d.	0.06	0.0021
Rame (Cu <sup>2+</sup> )	n.d.	0.01	n.d.	0.005	0.0009
Somma cationi		2.7547	2.7911	2.2905	2.1070
Cloruri (Cl <sup>-</sup> )	2.80	0.0790	0.18	0.05	0.0099
Fluoruri (F <sup>-</sup> )	0.11	0.0058	0.07	0.00	0.0016
Ioduri (I <sup>-</sup> )	0.0062	0.0000	0.0027	0.002	0.0000
Bicarbonati (HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> )	141.75	2.3233	143.80	128.10	109.80
Solfati (SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> )	15.24	0.3173	7.12	4.65	4.49
Fosfati (PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> )	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	0.0000
Somma anioni		2.7254	2.5201	2.1977	1.9046
Silice (SiO <sub>2</sub> )	6.4	4.9	5.2	7.5	2.2



Sorgente	N.	47	48	49	50	51
Località e denominazione		Collina Stavolo Compet	Cercen	Collina Stavolo Mazzocoli	Acquedotto Rifugio Tolazzi	Morareto-Presa Acquedotto Malga
Comune amministrativo		Forni Avoltri	Forni Avoltri	Forni Avoltri	Forni Avoltri	Forni Avoltri
Latitudine	N	46°35'22"	46°35'30"	46°35'35"	46°35'27"	46°35'06"
Longitudine	E	0°24'00"	0°24'20"	0°23'55"	0°24'54"	0°26'06"
Altitudine	m.s.m.	1250		1235	1350	1725
Data e ora del campionamento		30/8/1968 ore 11.30	30/8/1968 ore 8.45	30/8/1968 ore 11.00	23/8/1968 ore 9.15	9/8/1969 ore 13.00
Temperatura dell'aria	°C	10,6	9,8	14,6	9,7	18,0
Temperatura dell'acqua	°C	6,1	5,4	9,0	6,2	4,0
Portata	l/sec	1,1	1,2	2,6	2,4	1,0
Esponente ioni H <sup>+</sup> a 18°C	pH	8,1	8,1	7,9	8,1	7,5
Conducibilità elettrica a 25°C	µmhos/cm	280	160	122	79	54
Residuo fisso a 105°C	mg/l	152	99	71	49	42
Residuo fisso a 180°C	mg/l	141	95	68	47	41
Residuo fisso al rosso scuro	mg/l	133	87	58	42	34
Indice di rifrazione	n <sub>20</sub>	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	1,333044
Alcalinità in HCl N/10	ml/l	19,7	16,3	10,2	7,1	6,4
Durezza totale (gradi francesi)	f°	13,1	8,8	6,2	4,0	3,1
Durezza totale (gradi tedeschi)	t°	7,3	4,9	3,5	2,2	1,7
Sostanze disciolte a 25°C						
	mg/l	mes/l	mes/l	mes/l	mes/l	mes/l
	mg/l	mes/l	mes/l	mes/l	mes/l	mes/l
Sodio (Na <sup>+</sup> )	0,93	0,0404	0,152	1,41	1,11	0,79
Potassio (K <sup>+</sup> )	0,12	0,0030	0,0020	0,21	0,33	0,17
Litio (Li <sup>+</sup> )	n.d.		n.d.	n.d.	n.d.	0,0014
Calcio (Ca <sup>2+</sup> )	47,00	2,3453	1,1776	22,40	10,46	5,86
Magnesio (Mg <sup>2+</sup> )	3,45	0,2837	0,5930	1,58	3,38	3,91
Ferro (Fe <sup>2+</sup> )	n.d.		n.d.	n.d.	n.d.	0,0018
Rame (Cu <sup>2+</sup> )	n.d.		n.d.	n.d.	n.d.	0,0006
Somma cationi						
		2,6724	1,2878	1,3144	0,8567	0,6563
Cloruri (Cl <sup>-</sup> )	3,19	0,0899	0,0800	4,25	1,06	0,0299
Fluoruri (F <sup>-</sup> )	0,03	0,0015	0,0011	0,05	0,05	0,0072
Ioduri (I <sup>-</sup> )	0,0024	0,0000	0,0000	n.d.	0,0044	0,0000
Bicarbonati (HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> )	120,51	1,9751	1,6328	62,45	43,75	0,7171
Solfati (SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> )	22,74	0,4734	0,0733	4,27	3,72	0,0775
Fosfati (PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> )	n.d.		n.d.	n.d.	n.d.	0,0000
Somma anioni						
		2,5399	1,7272	1,2396	0,8317	0,6405
Silice (SiO <sub>2</sub> )	4,1			8,2	3,5	2,9

Sorgente	N.	52	53
Località e denominazione		Rio Morareto-Floriz	Plumba-Verso Crositis
Comune amministrativo		Forni Avoltri	Forni Avoltri
Latitudine	N	46°35'15"	46°35'03"
Longitudine	E	0°26'33"	0°24'28"
Altitudine	m.s.m.	1875	1508
Data e ora del campionamento		23/8/1968 ore 11.20	3/9/1968 ore 11.00
Temperatura dell'aria	°C	5,3	10,6
Temperatura dell'acqua	°C	5,1	3,6
Portata	l/sec	3,5	7,7
Esponente ioni H <sup>+</sup> a 18°C	pH	8,0	7,7
Conducibilità elettrica a 25°C	µmhos/cm	133	60
Residuo fisso a 105°C	mg/l	74	43
Residuo fisso a 180°C	mg/l	70	40
Residuo fisso al rosso scuro	mg/l	54	38
Indice di rifrazione	n <sub>20</sub>	n.d.	n.d.
Alcalinità in HCl N/10	ml/l	11,3	5,1
Durezza totale (gradi francesi)	f°	6,6	3,0
Durezza totale (gradi tedeschi)	t°	3,7	1,6
Sostanze disciolte a 25°C			
	mg/l	mes/l	mes/l
	mg/l	mes/l	mes/l
Sodio (Na <sup>+</sup> )	0,98	0,0426	0,08
Potassio (K <sup>+</sup> )	0,25	0,0064	0,08
Litio (Li <sup>+</sup> )	n.d.		n.d.
Calcio (Ca <sup>2+</sup> )	12,04	0,6008	8,40
Magnesio (Mg <sup>2+</sup> )	8,75	0,7196	2,18
Ferro (Fe <sup>2+</sup> )	n.d.		n.d.
Rame (Cu <sup>2+</sup> )	n.d.		n.d.
Somma cationi			
		1,3694	0,6040
Cloruri (Cl <sup>-</sup> )	3,55	0,1001	0,71
Fluoruri (F <sup>-</sup> )	0,04	0,0021	0,03
Ioduri (I <sup>-</sup> )	0,0028	0,0000	0,0033
Bicarbonati (HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> )	69,31	1,1360	31,50
Solfati (SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> )	3,27	0,0681	2,12
Fosfati (PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> )	0,00	0,0000	n.d.
Somma anioni			
		1,3063	0,5847
Silice (SiO <sub>2</sub> )	1,1		2,8

## BIBLIOGRAFIA

- Candussio, R., *Le acque oligominerali delle Fonti di Fleóns nell'Alta Carnia*. Atti Accad. Sci. Lett. Arti di Udine, S. VII, Vol. X, 1970-1972
- Candussio, R., *Il contenuto in rame di acque sorgive dell'Alta Carnia*. Annali Ist. Sperim. Nutriz. Piante, Gorizia, 1971
- Candussio, R., *Le risorse idriche dell'Alta Carnia*. In Alto. Cronaca della Soc. Alpina Friul., Vol. 60, 1978
- Sandri, G., *L'acqua minerale «Danders» di Forni Avoltri (Carnia)*. Boll. Lab. Chim. Prov., Bologna 1954
- Sandri, G., Sandri Cavicchi, G., *L'acqua minerale «Clevos» di Forni Avoltri (Carnia)*. Accad. delle Scienze, Ferrara, 1970
- Selli, R., *Schema geologico delle Alpi Carniche e Giulie Occidentali*. Giornale di Geologia, XXX, 1963

- (1) Ringrazio il Sig. Mario Del Fabbro, allora Sindaco del Comune di Forni Avoltri, per la valida assistenza accordatami. Un particolare ringraziamento devo pure al Sig. Gino Del Fabbro, guardia comunale dello stesso Comune, che mi è stato indispensabile e preziosa guida nel lavoro di ricognizione.
- (2) La riproduzione della carta geologica è stata cortesemente concessa dall'Autore.









